



21 Aktenzeichen: 198 35 045.7-15  
22 Anmeldetag: 4. 8. 1998  
43 Offenlegungstag: 18. 2. 1999  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 4. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität:  
08-909256 11. 08. 1997 US

73 Patentinhaber:  
Ford Global Technologies, Inc., Dearborn, Mich.,  
US

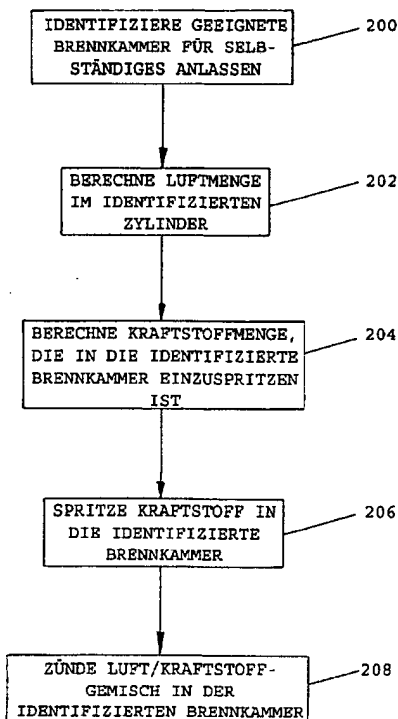
74 Vertreter:  
Bonsmann, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 41063  
Mönchengladbach

72 Erfinder:  
Brehob, Diana Dawn, Dearborn, Mich., US;  
Kappauf, Todd Arthur, Dearborn, Mich., US

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 32 29 961 A1  
DE 31 17 144 A1

54 Verfahren zum Anlassen von Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung und Fremdzündung

57 Verfahren zum Anlassen einer Brennkraftmaschine, mit einem Motorblock, einer in dem Motorblock drehbar angeordneten Kurbelwelle, wenigstens einem Kolben, der mit der Kurbelwelle drehbar verbunden und in wenigstens einem Zylinder in dem Motorblock bewegbar ist, und der wenigstens eine Brennkammer aufweist, die durch die Wände des Kolbens und des Motorblocks begrenzt ist, wobei vor dem Anlassen eine Brennkammer identifiziert wird, die Verbrennungsluft enthält und bei der sich die Kurbelwelle in einer derartigen Stellung befindet, die einem Arbeitstakt des zugehörigen Kolbens entspricht, und wobei gegebenenfalls dieser Brennkammer eine bestimmte Brennstoffmenge zugeführt wird, die ein zündfähiges Gemisch ermöglicht, welches anschließend gezündet wird, dadurch gekennzeichnet, daß beim Abstellen der Brennkraftmaschine (10) die Kurbelwelle (26) in einer Winkelstellung angehalten wird, die dem Arbeitstakt eines Kolbens (24) entspricht.



Bei herkömmlichen Brennkraftmaschinen mit Saugrohr-einspritzung (PI) oder mit Direkteinspritzung (DI), ist ein Anlassersystem erforderlich, um die Kurbelwelle beim Anlassen des Motors zu drehen. Bei PI-Motoren wird dem Einlaßkanal Kraftstoff mittels einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung zugeführt, die an einem Kraftstoffverteilerrohr angebracht ist. Dort wird Kraftstoff mit in die Brennkammer ein-zuleitender Ansaugluft gemischt. Wenn die Kurbelwelle des Motors mit Hilfe eines Anlassers gedreht wird, wird das Luft-/Kraftstoff-Gemisch in die Brennkammer eingesaugt, da das Einlaßventil während des Einlaßhubes öffnet. Anschließend wird eine Zündquelle betätigt, um die Verbrennung auszulösen, wodurch der Motor genügend Energie erzeugt, so daß sich die Kurbelwelle unabhängig vom Anlassersystem drehen kann. Bei herkömmlichen DI-Motoren ist ein ähnliches Anlassersystem erforderlich, unabhängig davon, daß der Kraftstoff direkt in die Brennkammer eingespritzt wird, wo der Kraftstoff mit der während des Ansaugtaktes angesaugten Luft gemischt wird.

Übliche Anlassersysteme für beide Motortypen bestehen aus einer Reihe von diskreten Bauteilen bzw. Komponenten und elektrischen Schaltungen. Zu den Komponenten gehören: eine Batterie mit zugehörigen Befestigungs-Einrichtungen, ein Zündschalter, Hochleistungs-Batterie-kabel, ein Magnetschalter (wie zum Beispiel ein elektrisches Relais oder ein Solenoid), ein Anlasser bzw. ein Anlassermotor; ein Hohl-Zahnkranz und ein Anlasser-Sicherheitsschalter. Zusätzlich sind eine Anlasserschaltung und eine Steuerschaltung implementiert, um ungewollte Spannungsverluste zu umgehen, die mit einer direkten Verbindung zwischen Batterie, Anlasser und Zündschalter verbunden sind. Mittels der Anlasserschaltung wird ein Starkstromfluß von der Batterie zum Anlasser mittels eines Magnetschalters oder Solenoids geführt und somit Strom zum Anlassen des Motors in der Startphase geliefert. Die Steuerschaltung koppelt den Zündschalter an die Batterie und den Magnetschalter, so daß der Starkstromfluß reguliert werden kann.

Die vorbekannten Anlassersysteme weisen verschiedene Nachteile auf. Beispielsweise können nachteilige Verluste bei PI- und DI-Motoren in der Startphase auftreten. Zu diesen Verlusten gehören Kraftstoffverluste in der Startphase und während längeren Start- bzw. Anlaßzeiten. Ferner kann bei größeren in der Startphase erforderlichen Kraftstoffmengen ein Anstieg bei den Schadstoffen auftreten, da die Zeit für die Kraftstoffaufbereitung (d. h. -mischung und -verdampfung bzw. -zerstäubung) durch das Anlassen des Motors begrenzt ist.

Auch stellen die Batterie, die Hochleistungs-Batterie-kabel, das Solenoid und der Anlasser, die bei derzeitigen Motor-Anlassersystemen eingesetzt werden, sperrige Bauteile dar. Der Anlasser erfordert starke elektrische Ströme, üblicherweise 200–300 A. Infolgedessen werden eine Hochleistungs-Batterie und Hochleistungs-Batterie-kabel benötigt, was zu zusätzlichem Gewicht und Raumbedarf führt. Außerdem wird durch die Anlasserschaltung die Komplexität des Systems erhöht.

In der DE 32 29 961 A1 wird daher ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Anlassen einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine vorgeschlagen, wobei unter Verwendung eines Mikroprozessors diejenige Stellung der Kurbelwelle ermittelt wird, die dem Arbeitstakt des Kolbens entspricht, für den zugehörigen Brennraum die günstigste einzuspritzende Kraftstoffmenge ermittelt und das derart gebildete Gemisch gezündet wird. Ein derartiges Anlassersystem kann ohne mechanische Anlaßhilfe auskommen.

In der DE 31 17 144 A1 wird ein ähnliches System be-

schrieben, bei welchem die Brennkraftmaschine durch Zünden eines Gemisches gestartet wird, welches zuvor in eine sich im Arbeitstakt befindliche Brennkammer eingespritzt wurde.

Nachteilig bei den zuletzt genannten Verfahren ist, daß sie mindestens einen Kolben in der Arbeitstaktstellung voraussetzen. Diese Verfahren funktionieren daher effektiv nur bei Brennkraftmaschinen mit mindestens vier Zylindern, von denen sich immer mindestens einer im Arbeitstakt befindet.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht dementsprechend darin, die mechanische Komplexität eines Anlassersystems in einem Motor mit Direkteinspritzung zu verringern, wobei das Starten des Motors insbesondere auch bei Brennkraftmaschinen mit weniger als vier Zylindern möglich sein soll.

Die Lösung der vorstehend genannten Aufgabe erfolgt durch ein neues Anlaßverfahren für einen derartigen Motor. Die Brennkraftmaschine weist einen Motorblock, eine innerhalb des Motorblocks drehbar angeordnete Kurbelwelle, wenigstens einen Kolben, der mit der Kurbelwelle drehbar verbunden und innerhalb wenigstens eines Zylinders in dem Motorblock bewegbar ist, und wenigstens eine von einem Kolben und dem Motorblock gebildete Brennkammer auf. Zum Durchführen eines Startvorgangs wird eine Brennkammer ermittelt, in der ein vorgegebenes Luftvolumen vorhanden ist und die sich gerade in einem Arbeitstakt des Motors befindet. Anschließend wird eine vorgegebene Kraftstoffmenge in diese Brennkammer eingespritzt, wodurch ein brennbares Gemisch erzeugt wird; und das Gemisch in dieser Brennkammer wird gezündet. Dabei wird beim Abstellen der Brennkraftmaschine die Kurbelwelle in einer Winkelstellung angehalten, die dem Arbeitstakt eines Kolbens entspricht.

Das Anhalten der Kurbelwelle in einer bestimmten Winkelstellung kann auf zwei miteinander auch kombinierbare Arten realisiert werden. Zum einen kann ein Bremssystem benutzt werden, um eine richtige Endstellung der Kurbelwelle zu gewährleisten. Zum anderen kann durch eine entsprechende Steuerung dafür gesorgt werden, daß die Brennkraftmaschine für eine vorgegebene Zeitdauer weiterarbeitet, nachdem ihr von einem Bediener der Befehl zum Abschalten gegeben wurde, so daß die Kurbelwelle in eine gewünschte Stellung für einen Motoranlaßvorgang gebracht werden kann.

Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß durch den Eingriff in den Anhaltevorgang beim Abstellen der Brennkraftmaschine sichergestellt ist, daß sich mindestens ein Kolben in einer Arbeitstaktstellung befindet. Es kann sogar sichergestellt werden, daß es sich dabei immer um denselben Kolben handelt, so daß der Schritt der Identifizierung dieses Kolbens trivial wird.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß der Raumbedarf des bei herkömmlichen Anlassersystemen eingesetzten Anlassers verringert werden kann.

In bestimmten vorteilhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann auf einen Anlasser zum Starten des Motors sogar verzichtet werden.

Ein weiterer, spezifischerer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß die Größe und die Art der Batterie und der zugehörigen herkömmlichen Anlassersystemkomponenten reduziert werden können.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß die Notwendigkeit eines großen Zahnkranzes für einen mechanischen Anlasser entfällt.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß die Anlaß- bzw. Startzeit des Motors reduziert werden kann.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt

darin, daß die geregelten Emissionen aufgrund einer verbesserten Luft-/Kraftstoff-Vorbereitung bzw. -Aufbereitung in der Startphase des Motors reduziert werden können.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß das Fahrzeugsgesamtgewicht reduziert werden kann, was zu einer erhöhten Kraftstoffsparsamkeit führt.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß die Fertigungskomplexität reduziert wird, was zu einer erhöhten Motor-Nutzungsdauer führt.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß ein Vermeiden sperriger Bauteile die Unterbringungssituation unter der Motorhaube vereinfacht, was zu einer niedrigeren Motorhaubenlinie führt, wodurch die Aerodynamik und die Kraftstoffsparsamkeit des Fahrzeugs verbessert werden können.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Blockdiagramm eines die vorliegende Erfindung aufweisenden Motors mit Direkteinspritzung und Fremdzündung;

**Fig. 2** ein Flußdiagramm, das die verschiedenen von der vorliegenden Erfindung durchgeführten Vorgänge beschreibt; und

**Fig. 3** eine schematische Darstellung der Stellung des Motors in Drehrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Ein Verbrennungsmotor **10** mit Direkteinspritzung und Fremdzündung, der eine Mehrzahl von Zylindern aufweist, von denen einer in **Fig. 1** dargestellt ist, wird durch eine elektronische Motor-Steuerungseinrichtung **12** gesteuert. Der Motor **10** weist eine Brennkammer **20** und Zylinderwände **22** auf. Ein Kolben **24** ist innerhalb der Zylinderwände **22** mit herkömmlichen Kolbenringen angeordnet und mit einer Kurbelwelle **26** verbunden. Die Brennkammer **20** steht mit einem Ansaugkrümmer **28** und einem Abgaskrümmer **30** durch ein Einlaßventil **32** bzw. ein Auslaßventil **34** in Verbindung. Der Ansaugkrümmer **28** steht mit einer Drosselklappe **36** zum Steuern der in die Brennkammer **20** eintretenden Verbrennungsluft in Verbindung. Eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung **38** ist an dem Motor **10** derart angeordnet, daß Kraftstoff direkt in die Brennkammer **20** im Verhältnis zu einem von der Steuerungseinrichtung **12** empfangenen Signal eingespritzt wird.

Kraftstoff wird der Kraftstoffeinspritzeinrichtung **38** z. B. durch ein elektronisches rücklaufloses Kraftstoffzuführungssystem **40** zugeführt, das einen Kraftstofftank **42**, eine elektrische Kraftstoffpumpe **44** und ein Kraftstoffverteilerrohr **46** aufweist. Die Kraftstoffpumpe **44** pumpt Kraftstoff mit einem Druck, der direkt auf die von der Steuerungseinrichtung **12** an die Kraftstoffpumpe **44** angelegte Spannung bezogen ist. Dabei kann eine (nicht dargestellte) Hochdruck-Kraftstoffpumpe in dem Kraftstoffzuführungssystem **40** eingesetzt werden. Sobald der Kraftstoff in die Brennkammer **20** eingetreten ist, wird er mittels einer Zündkerze **48** gezündet. An das Kraftstoffverteilerrohr **46** sind auch ein Kraftstofftemperatur-Sensor **50** und ein Kraftstoffdruck-Sensor **52** angeschlossen. Der Drucksensor **52** fragt den Druck in dem Kraftstoffverteilerrohr relativ zum Absolutladedruck bzw. Ansaugunterdruck (MAP) über eine Abfrageleitung **53** ab. An die Steuerungseinrichtung **12** kann weiterhin ein Umgebungstemperatur-Sensor **54** angekoppelt sein.

Die in **Fig. 1** dargestellte Steuerungseinrichtung **12** ist ein herkömmlicher Mikrocomputer mit einer Mikroprozessoreinheit **102**, Eingabe/Ausgabe-Anschlüssen **104**, einem elektronischen Speichermedium zum Speichern ausführbarer Programme, in diesem besonderen Beispiel dargestellt als "Nurlesespeicher" (ROM)-Chip **106**, einem "Speicher für wahlfreien Zugriff" (RAM) **108**, einem "Erhaltungsspeicher" (KAM) **110** und einem herkömmlichen Datenbus. Die

Steuerungseinrichtung **12** empfängt verschiedene Signale von an den Motor **10** angeschlossenen Sensoren, zu denen zusätzlich zu den zuvor beschriebenen Signalen gehören: die Umgebungslufttemperatur von einem Temperatursensor **54**, die Messung des Luftmengenstroms von einem Luftmengenstrom-Sensor **58**, die Motortemperatur von einem Temperatursensor **60**, ein Zündprofilaufnahme-signal von einem an die Kurbelwelle **26** angeschlossenen Halleffekt-Sensor **62**, den Ansaug-Absolutladedruck (MAP) von einem an den Ansaugkrümmer **28** angeschlossenen Drucksensor **64** und die Stellung der Drosselklappe **36** von einem Drosselklappen-Stellungssensor **66**.

Nachfolgend wird das Verfahren zum Anlassen eines Motors mit Direkteinspritzung unter besonderer Bezugnahme auf die **Fig. 2** und **3** beschrieben. Bei Schritt **200** benutzt die Steuerungseinrichtung **12** die jüngste, im KAM **110** gespeicherte Kurbelstellung, um eine Brennkammer **20** zu identifizieren, die sich in einer geeigneten Stellungstoleranz für einen Selbststart bzw. für ein selbsttätiges Anlassen befindet. Das bedeutet, die Steuerungseinrichtung **12** identifiziert einen in einem Arbeitstakt befindlichen Kolben. Während des Betriebs des Motors **10** aktualisiert der Halleffekt-Sensor **62** die Position bzw. Stellung der Kurbelwelle **26**, was dann im KAM **110** gespeichert wird, so daß, wenn der Motor **10** abgeschaltet wird, die Steuerungseinrichtung **12** die geeignete Brennkammer zum selbsttätigen Anlassen identifizieren kann. Fachleute werden erkennen, daß alternativ, statt die Information vom KAM **110** zu benutzen, Steuerungsalgorithmen implementiert werden können, um die Kurbelwellenstellung basierend auf Eingangssignalen vom Halleffekt-Sensor **62** und unter Verwendung verschiedener dynamischer Parameter des Motors **10** genau zu schätzen, wie zum Beispiel unter Verwendung der vorerwähnten Sensoren zum Voraussagen der Stillstands-Endstellung des Motors **10**. Alternativ kann die Stellung direkt mit einer Codiereinrichtung gemessen werden. Eine bevorzugte Stellungstoleranz kann so sein, daß die Kurbelwelle **26** sich bei einem gewissen minimalen Winkel nach dem oberen Totpunkt (TDC) befindet. Es ist für den Kolben **24** nicht wünschenswert, zu nahe am TDC zu sein, da beim TDC die minimale Luftmenge in der Brennkammer **20** enthalten ist. In ähnlicher Weise ist es für den Kolben **24** nicht wünschenswert, zu nahe am unteren Totpunkt (BDC) zu sein, wo eine ausreichende Menge an Rotationsenergie nicht erreicht werden kann. Dementsprechend ist ein vorgegebener Verbrennungs- und Bewegungsbereich der Kurbelwelle **26** zwischen TDC und BDC vorhanden, vorzugsweise zwischen TDC und einer Stellung vor dem Öffnen des Auslaßventils (EVO) (wie durch die schraffierte Fläche in **Fig. 3** dargestellt), welcher notwendig ist, um die Verbrennung zu fördern und den Kolben **24** und die Kurbelwelle **26** zur nächsten Zündstellung für einen selbständigen Betrieb des Motors **10** zu beschleunigen. Dieser Bereich kann – wie dargestellt – beispielsweise zwischen 5 und 110 Grad nach dem TDC liegen. Ferner ist es wünschenswert, daß der Kolben **24** den TDC überquert hat, da ansonsten der Motor **10** bzw. die Kurbelwelle in die verkehrte Richtung rotieren könnte, wie weiter unten deutlich werden wird.

Bei Schritt **202** benutzt die Steuerungseinrichtung **12** Eingangssignale vom Umgebungstemperatur-Sensor **54**, vom Motortemperatur-Sensor **60**, vom Drucksensor **64**, vom Drosselklappen-Stellungssensor **66** und vom Halleffekt-Sensor **62**, um den derzeitigen Druck, die derzeitige Temperatur und das derzeitige Raumvolumen innerhalb der identifizierten Brennkammer **20** zu bestimmen. Das Raumvolumen in der Brennkammer **20** ist eine Funktion der Stellung der Kurbelwelle **26**. Unter Verwendung bekannter Verfahren kann eine genaue Schätzung der in der Brennkammer **20**

eingeschlossenen Luftmenge durchgeführt werden, wobei vorzugsweise ein robuster Extrapolations-Algorithmus mit Eingangssignalen von den vorerwähnten Sensoren verwendet wird, um eine vorgegebene Luftmenge innerhalb der identifizierten Brennkammer zu berechnen.

Bei Schritt 204 wird als nächstes eine geeignete Kraftstoff-Impulsgröße für ein gewünschtes Luft-/Kraftstoff-Verhältnis (A/F) durch die Steuerungseinrichtung 12 berechnet, welches in die Brennkammer 20 über die Kraftstoffeinspritzeinrichtung 38 einzuspritzen ist. Sobald die Steuerungseinrichtung 12 die richtige Kraftstoff-Impulsgröße berechnet, sendet die Steuerungseinrichtung 12 ein Signal zum Kraftstoffzuführungssystem 40, wodurch die Kraftstoffpumpe 44 aktiviert und ein geeigneter Kraftstoffdruck in dem Kraftstoffverteilerrohr 46 zum Zuführen des erforderlichen Kraftstoffes erreicht wird.

Bei Schritt 206 sendet die Steuerungseinrichtung 12 ein Signal zur Kraftstoffeinspritzeinrichtung 38, um die gewünschte Kraftstoffmenge der geeigneten Kraftstoffkammer 20 zuzuführen. Der Kraftstoff mischt sich dann mit der Luft, die in der identifizierten Brennkammer 20 eingeschlossen ist, wodurch ein geeignetes brennbares Gemisch erzeugt wird. Sobald der Kraftstoff in die Brennkammer 20 eingespritzt worden ist, kann eine vorgegebene Zeitverzögerung für eine ausreichende Kraftstoffverdampfung bzw. -zerstäubung zum Erzielen einer vollständigen Verbrennung vorgesehen sein. Dabei können Mittel zum Beschleunigen des Verdampfungsprozesses eingesetzt werden können. Zum Beispiel könnte eine elektrische Heizeinrichtung oder ein schnelles Zünden der Zündkerze 48 implementiert werden, um die Temperatur der Brennkammer 20 zu erhöhen. Zusätzlich kann die Steuerungseinrichtung 12 unter Verwendung der vorerwähnten Sensoren zusammen mit einem Steueralgorithmus schätzen, wann die Zerstäubung des Gemisches abgeschlossen ist. Außerdem kann die Steuerungseinrichtung 12 eine Kraftstoffmenge schätzen, die nach der Einspritzung in die Brennkammer 20 wahrscheinlich im flüssigen Zustand verbleibt, basierend auf einer Mehrzahl von abgefragten Motorparametern. Die Steuerungseinrichtung 12 kann dann die berechnete Kraftstoffmenge basierend auf dieser Schätzung anpassen, so daß ausreichend Energie zum Drehen des Motors 10 bzw. der Kurbelwelle erzeugt werden kann. Bei Schritt 208 wird dann das Luft-/Kraftstoff-Gemisch in der Brennkammer 20 durch die Zündkerze 48 gezündet, und der Motor 10 nimmt seinen selbständigen Betrieb auf.

Damit sich immer ein Zylinder in einer geeigneten Stellung zum Erreichen einer ausreichenden Verbrennung und Rotation befindet, werden Verfahren angewendet, um den Motor 10 in eine gewünschte Stellung zu bringen. Beispielsweise kann ein Bremssystem benutzt werden, um eine richtige Endstellung der Kurbelwelle 26 zu gewährleisten, oder es kann ein Mittel beim Anlassen, zum Beispiel ein relativ kleiner Motor für Drehbewegungen, eingesetzt werden, um den Motor 10 in eine gewünschte Anlaßkonfiguration wie zuvor beschrieben zu bringen. Außerdem kann die Steuerungseinrichtung 12 den Motor 10 veranlassen, für eine vorgegebene Zeitdauer weiterzuarbeiten, nachdem dem Motor 10 von einem Bediener der Befehl zum Abschalten gegeben wurde, so daß der Motor 10 in eine gewünschte Stellung für einen Motoranlaßvorgang gebracht werden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Anlassen einer Brennkraftmaschine, 65 mit einem Motorblock, einer in dem Motorblock drehbar angeordneten Kurbelwelle,

wenigstens einem Kolben, der mit der Kurbelwelle drehbar verbunden und in wenigstens einem Zylinder in dem Motorblock bewegbar ist, und der wenigstens eine Brennkammer aufweist, die durch die Wände des Kolbens und des Motorblocks begrenzt ist,

wobei vor dem Anlassen eine Brennkammer identifiziert wird, die Verbrennungsluft enthält und bei der sich die Kurbelwelle in einer derartigen Stellung befindet, die einem Arbeitstakt des zugehörigen Kolbens entspricht, und wobei gegebenenfalls dieser Brennkammer eine bestimmte Brennstoffmenge zugeführt wird, die ein zündfähiges Gemisch ermöglicht, welches anschließend gezündet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß beim Abstellen der Brennkraftmaschine (10) die Kurbelwelle (26) in einer Winkelstellung angehalten wird, die dem Arbeitstakt eines Kolbens (24) entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurbelwelle (26) durch einen Bremsvorgang angehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine (10) für eine vorgegebene Zeitdauer weiterarbeitet, nachdem ihr von einem Bediener der Befehl zum Abschalten gegeben wurde, so daß die Kurbelwelle (26) in eine gewünschte Stellung für einen Motoranlaßvorgang gebracht werden kann.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine (10) ein Auslaßventil (34) aufweist, das mit der Brennkammer (20) in Verbindung steht, und daß der zu einem Arbeitstakt des zugehörigen Kolbens gehörende Bereich von Kurbelwellen-Winkelstellungen zwischen dem oberen Totpunkt des Kolbens (24) und einer Stellung vor der Öffnung des Auslaßventils (34) liegt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich von Kurbelwellen-Winkelstellungen zwischen ungefähr 5° und 110° nach dem oberen Totpunkt liegt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Zuführungsschritt der Brennstoffmenge folgende Schritte umfaßt:

Abfragen einer Umgebungstemperatur; und Berechnen einer Kraftstoffmenge, die zum Fördern der Verbrennung des Gemisches ausreicht, basierend auf der abgefragten Umgebungstemperatur.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ferner gekennzeichnet durch den Schritt des Erwärms der Luft in der identifizierten Brennkammer (20) vor dem Einspritzen des Kraftstoffes.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Zuführungsschritt folgende Schritte umfaßt:

Schätzen einer Kraftstoffmenge, die wahrscheinlich in flüssiger Form verbleibt, wenn sie in die Brennkammer (20) eingespritzt wird; und

Berechnen einer Kraftstoffmenge, die zum Fördern der Verbrennung des Gemisches ausreicht, basierend auf der Schätzung.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Zündschritt den Schritt des Zündens des Gemisches nach einer vorgegebenen Zeitperiode umfaßt, um ein verstärktes Mischen von Luft und Kraftstoff innerhalb der Brennkammer (20) zu ermöglichen.

10. Mehrzylinder-Viertakt-Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung und Fremdzündung, mit einem Zylinderblock;

einer Kurbelwelle (26), die in dem Zylinderblock drehbar angeordnet ist;  
 einer Mehrzahl von Kolben (24), die in einer Mehrzahl von in dem Zylinderblock ausgebildeten Zylinderbohrungen hin- und herbewegbar aufgenommen sind;  
 einem Zylinderkopf, der an dem Zylinderblock befestigt ist, um das äußere Ende der Zylinderbohrungen zu schließen;  
 einer Mehrzahl von Brennkammern (20), die durch den Zylinderkopf, die Kolben und die Zylinderbohrungen gebildet sind;  
 einer Mehrzahl von elektronisch betätigten Kraftstoffeinspritzeinrichtungen (38), die angeordnet sind, um Kraftstoff direkt in die Brennkammern (20) einzuspritzen;  
 einer Mehrzahl von Zündkerzen (48) zum Zünden eines Luft-/Kraftstoff-Gemisches in den Brennkammern (20);  
 einer Steuerungseinrichtung (12) zum Anlassen der Brennkraftmaschine (10), wobei die Steuerungseinrichtung (12) aufweist:

- eine Brennkammer-Identifizierungseinrichtung zum Identifizieren einer Brennkammer (20), die ein vorgegebenes Luftvolumen beinhaltet und deren zugehöriger Kolben sich in einem Arbeitstakt der Brennkraftmaschine (10) befindet;
- ein Betätigungselement für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung (38), das die Einspritzeinrichtung (38) betätigt, um eine vorgegebene Kraftstoffmenge in die Brennkammer (20) einzuspritzen, wodurch ein brennbares Gemisch erzeugt wird; und
- ein Betätigungselement für eine Zündkerze (48), das die Zündkerze (48) betätigt, um einen Zündfunken in der identifizierten Brennkammer (20) zu erzeugen;

dadurch gekennzeichnet, daß sie ein Bremssystem enthält, mit welchem eine richtige Endstellung der Kurbelwelle (26) gewährleistet werden kann.

11. Mehrzylinder-Viertakt-Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung und Fremdzündung, mit einem Zylinderblock;

einer Kurbelwelle (26), die in dem Zylinderblock drehbar angeordnet ist;  
 einer Mehrzahl von Kolben (24), die in einer Mehrzahl von in dem Zylinderblock ausgebildeten Zylinderbohrungen hin- und herbewegbar aufgenommen sind;  
 einem Zylinderkopf, der an dem Zylinderblock befestigt ist, um das äußere Ende der Zylinderbohrungen zu schließen;  
 einer Mehrzahl von Brennkammern (20), die durch den Zylinderkopf, die Kolben und die Zylinderbohrungen gebildet sind;  
 einer Mehrzahl von elektronisch betätigten Kraftstoffeinspritzeinrichtungen (38), die angeordnet sind, um Kraftstoff direkt in die Brennkammern (20) einzuspritzen;  
 einer Mehrzahl von Zündkerzen (48) zum Zünden eines Luft-/Kraftstoff-Gemisches in den Brennkammern (20);  
 einer Steuerungseinrichtung (12) zum Anlassen der Brennkraftmaschine (10), wobei die Steuerungseinrichtung (12) aufweist:

- eine Brennkammer-Identifizierungseinrichtung zum Identifizieren einer Brennkammer (20), die ein vorgegebenes Luftvolumen beinhaltet und deren zugehöriger Kolben sich in einem Arbeitstakt der Brennkraftmaschine (10) befindet;

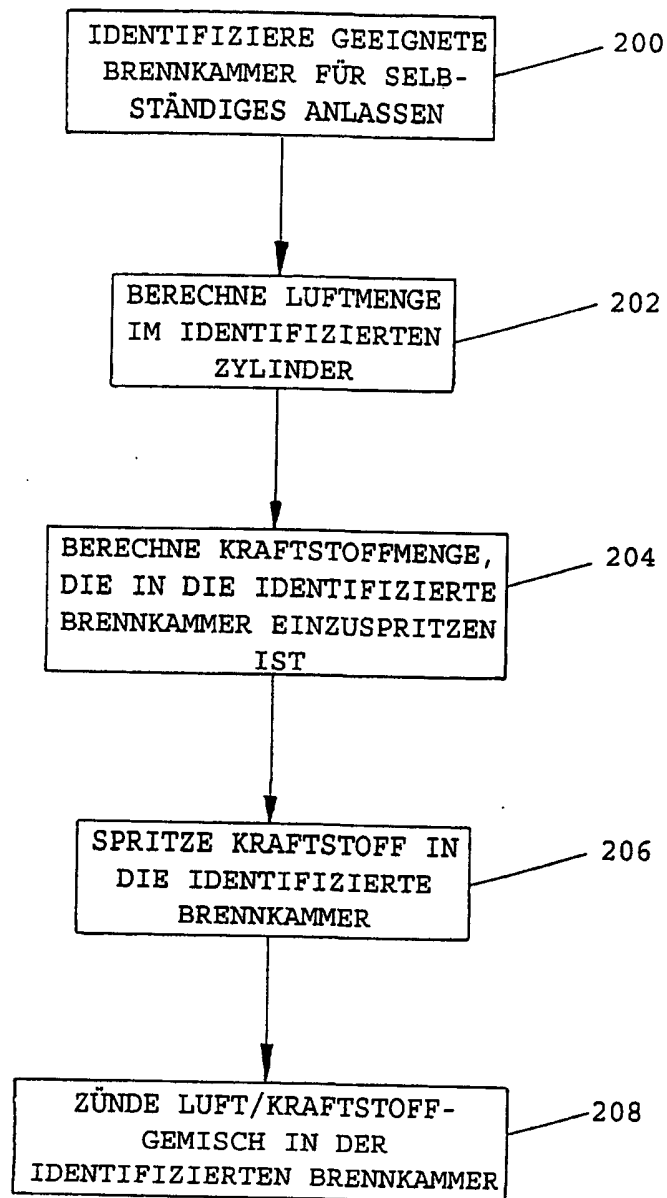
- ein Betätigungselement für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung (38), das die Einspritzeinrichtung (38) betätigt, um eine vorgegebene Kraftstoffmenge in die Brennkammer (20) einzuspritzen, wodurch ein brennbares Gemisch erzeugt wird;
- ein Betätigungselement für eine Zündkerze (48), das die Zündkerze (48) betätigt, um einen Zündfunken in der identifizierten Brennkammer (20) zu erzeugen;

dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungseinrichtung (12) weiterhin eine Einrichtung aufweist, die die Brennkraftmaschine (10) veranlaßt, für eine vorgegebene Zeitdauer weiterzuarbeiten, nachdem ihr von einem Bediener der Befehl zum Abschalten gegeben wurde, so daß die Kurbelwelle in eine gewünschte Stellung für einen Motoranlaßvorgang gebracht werden kann.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 2

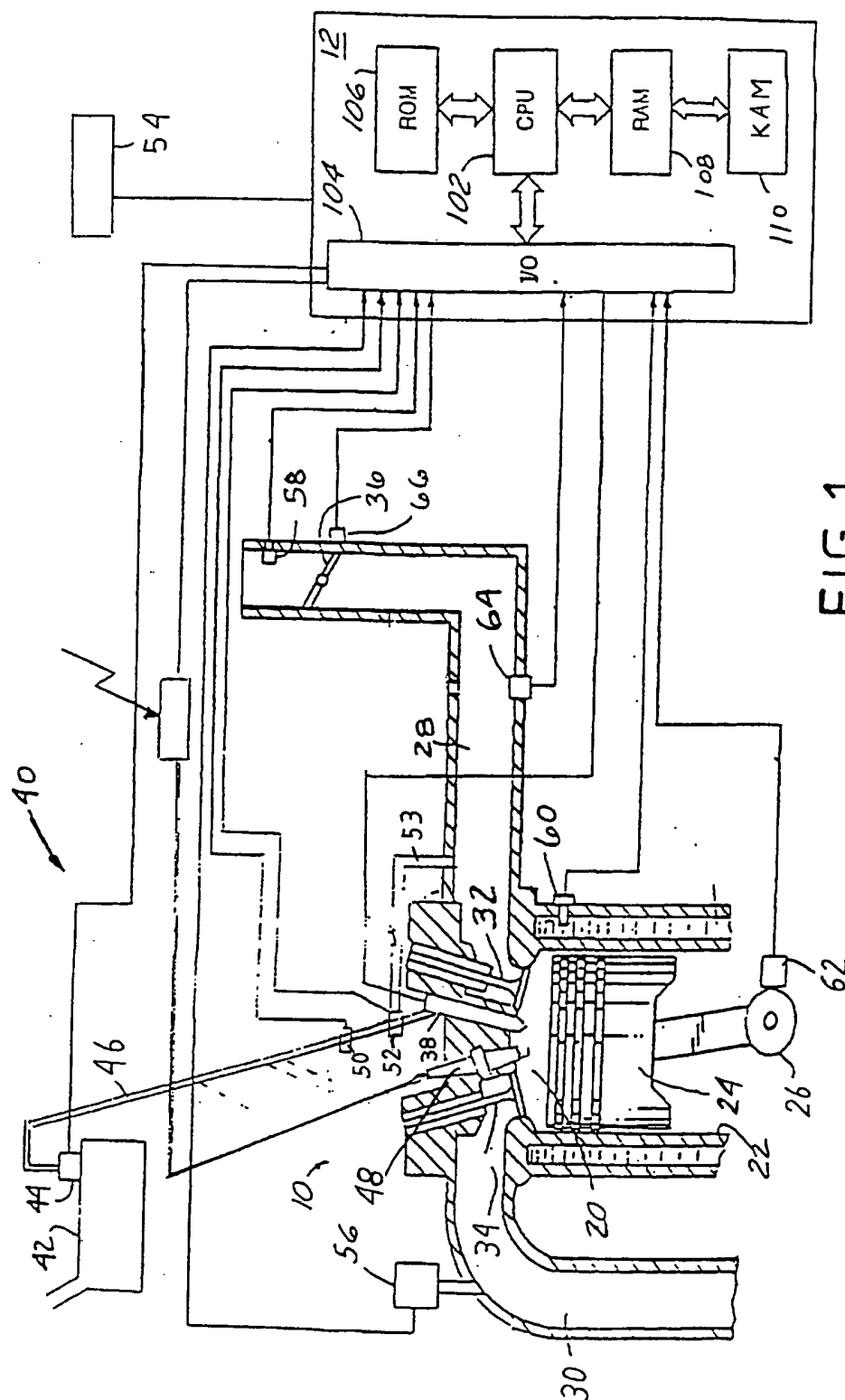


FIG. 1

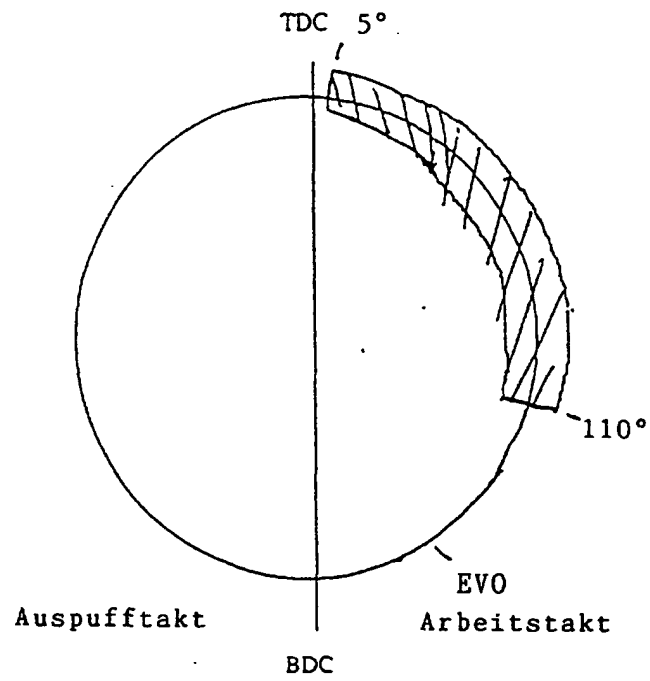


FIG. 3